



REC'D 28 MAY 2004

WIPO

PCT

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

EPO - DG 1

16. 04. 2004

**COPIE OFFICIELLE**

(41)

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 31 MARS 2004

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr

**Important !** Remplir impérativement la 2ème page.

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 190600

<b>RÉMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>1 AVRIL 2003</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0304042</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>- 1 AVR. 2003</b>		<b>NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b> Laurent LUCAS THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand 94117 ARCUEIL cedex	
<b>Vos références pour ce dossier (facultatif) 63020</b>			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date ____/____/____ <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date ____/____/____			
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> <input type="checkbox"/> N° _____ Date ____/____/____			
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> PROCÉDE DE TRAITEMENT DE SIGNAUX, ET SONAR ACTIF LE METTANT EN OEUVRE			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		THALES	
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN		5 . 5 . 2 . 0 . 5 . 9 . 0 . 2 . 4	
Code APE-NAF		. . . .	
Adresse	Rue	173, boulevard Haussmann	
	Code postal et ville	75008	PARIS
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE **1 AVRIL 2003**

LIEU **75 INPI PARIS**

N° D'ENREGISTREMENT **0304042**  
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DB 540 W /190600

<b>Vos références pour ce dossier : (facultatif)</b>		63020	
<b>[6] MANDATAIRE</b>			
Nom		LUCAS	
Prénom		Laurent	
Cabinet ou Société		THALES Intellectual Property	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		8325	
Adresse	Rue	31-33, avenue Aristide Briand	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL cedex
N° de téléphone (facultatif)		01 41 48 45 41	
N° de télécopie (facultatif)		01 41 48 45 01	
Adresse électronique (facultatif)			
<b>[7] INVENTEUR (S)</b>			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
<b>[8] RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
<b>[9] RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			

**[10] SIGNATURE DU DEMANDEUR  
OU DU MANDATAIRE**  
(Nom et qualité du signataire)

Laurent LUCAS



- 1 AVR. 2003

VISA DE LA PRÉFECTURE  
OU DE L'INPI

L. GUICHET

L'invention concerne le domaine de l'acoustique sous marine et plus particulièrement le domaine du traitement du signal dans un système sonar actif basse fréquence (BF).

5

Ce type de système est généralement remorqué à partir d'un bâtiment de surface et comporte un poisson équipé d'un émetteur BF lequel remorque une antenne de réception linéaire munie de capteurs acoustiques ou hydrophones. Un tel poisson et un tel émetteur sont par  
10 exemple décrits respectivement dans les brevets français publiés sous les n<sup>os</sup> 2735645 et 2776161. Toutefois l'invention peut s'appliquer à tous types de sonars actifs. Il est bien connu qu'un sonar actif émet des impulsions acoustiques récurrentes et que les échos reçus en retour sont traités pour détecter et classifier les cibles éventuelles.

15

Lorsqu'un sonar actif opère dans une zone telle que le fond se trouve insonifié, la réverbération qui provient du fond pour l'essentiel limite fortement l'utilité opérationnelle du sonar à cause du trop grand nombre de fausses alarmes qui apparaît. Ceci est particulièrement vrai pour les  
20 petits fonds.

Pour diminuer la gêne en milieu réverbérant, il est connu d'utiliser des codes d'émission mettant à profit les larges bandes de fréquence, typiquement un octave, des transducteurs actuels. Ces codes possèdent  
25 une bonne résolution en distance, d'où le grand nombre d'alarmes qui sont produites.

Il est connu d'émettre à chaque récurrence, soit un code HFM (Hyperbolic Frequency Modulation, c'est-à-dire modulation de fréquence hyperbolique en français), soit un code BPSK (Binary Pulse Shift Keing,  
30 c'est-à-dire modulation de phase à deux états), soit un code FP (Frequency pulse, c'est-à-dire Impulsion de fréquence).

Le code HFM est tolérant au doppler : il ne permet donc pas la mesure du doppler induit par une cible en mouvement mais, en revanche, le filtrage adapté en réception ne nécessite qu'une seule copie.

5 Le code BPSK est intolérant au doppler et est utilisé pour mesurer le doppler ; il permet les mêmes performances en détection que le code HFM mais le filtrage adapté en réception nécessite un nombre de copies important pour réaliser le filtrage adapté en réception, typiquement un nombre supérieur à 200, et donc un coût de traitement multiplié d'autant.

10

Quand au code FP, il est utilisé pour mesurer le doppler propre de l'émetteur.

La présente invention permet de diminuer le taux de fausses  
15 alarmes tout en conservant la classification des objets.

L'objet de l'invention est donc un procédé de traitement de signaux reçus correspondant à un signal émis comportant par récurrence deux impulsions, une première impulsion large bande tolérante au doppler et  
20 une deuxième impulsion large bande non tolérante au doppler, comportant :

- une étape de détection d'objets effectuée sur la partie du signal reçu correspondant aux premières impulsions et fournissant une alarme pour chaque objet détecté, et
- 25 – une étape de classification des objets détectés effectuée sur la partie du signal reçu correspondant aux deuxièmes impulsions pour les alarmes satisfaisant au moins un critère prédéterminé.

A chaque récurrence, les deux codes HFM et BPSK sont émis. La  
30 détection des alarmes est faite avec le code HFM et l'estimation du doppler est faite avec le code BPSK sur les alarmes qui dépassent un certain seuil, ceci-pour-éliminer les échos de fond. Autrement dit : . . . . .

- Détection avec le code HFM
- Classification doppler avec le code BPSK

35

De plus, les échos de fond étant identifiés, la mesure du doppler propre de l'émetteur est faite par analyse des échos de fond produits par le code BPSK.

5 Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description, faite à titre d'exemple, et des figures s'y rapportant qui représentent :

- Figure 1, les étapes successives du procédé selon l'invention,
- 10 - Figure 2, les distributions probabilistiques du doppler mesuré  $d_m$  pour deux hypothèses :  $H_0$  pour écho de fond (immobiles) et  $H_1$  pour écho vrai de doppler supposé  $d_i$ .

La figure 1 représente les étapes successives du procédé selon l'invention.

De manière connue, les signaux hydrophoniques subissent un traitement amont (démodulation, filtrage, amplification...) puis sont numérisés. Dans le cas d'un sonar actif, ces signaux contiennent les signaux émis après propagation dans l'eau par le trajet direct et les trajets réfléchis auxquels viennent s'ajouter les signaux réverbérés. En particulier, parmi les signaux réfléchis, les échos provenant du fond marin constituent une source de fausses alarmes importante, notamment par petits fonds.

25 Selon l'invention, à chaque récurrence sont émises deux impulsions codées HFM et BPSK dont les caractéristiques permettent de les séparer à la réception. Ils peuvent être émis à des instants différents avec des bandes de fréquences se recouvrant en totalité ou en partie, ou bien être émis simultanément dans des bandes de fréquences distinctes, ou les deux à la fois.

En se reportant à la figure 1, le traitement des signaux hydrophoniques consiste en premier lieu à former des voies S1 de manière connue, ce traitement étant indépendant du code émis.

Sur les signaux de voies HFM, est appliqué le traitement de filtrage adapté S2 consistant à corrélérer le signal reçu avec une copie du signal émis qui après détection quadratique fournit des signaux  
 5 représentatifs de l'énergie en fonction de la voie (v) et du temps (t), soit  $E_{\text{HFM}}(v,t)$ .

L'étape suivante S3 consiste à détecter et à trier les alarmes sur critère énergétique. De manière classique, sont d'abord recherchés  
 10 les maxima locaux par comparaison avec un seuil prédéterminé. Ensuite, est effectuée une normalisation en calculant pour chaque maximum local une valeur égale à  $(E_{\text{HFM}} - M)/\sigma$  où M est la moyenne du bruit de référence prise dans le voisinage de l'espace « voies-temps » (v,t) et  $\sigma$  l'écart type correspondant. Puis, sont éliminés les maxima éventuels  
 15 autour de chaque maximum s'ils sont d'énergie normée inférieure. Enfin, la détection proprement dite est obtenue en comparant à un seuil d'énergie normée les maxima non éliminés.

Selon l'invention, le traitement de filtrage adapté S5 sur les  
 20 signaux de voies « BPSK » n'est effectuée que sur les alarmes issues du traitement des impulsions HFM S4. Le traitement de filtrage adapté correspondant au code BPSK qui est tolérant au doppler nécessite de corrélérer le signal de voie avec plusieurs copies dopplarisées couvrant une plage de vitesses de cible données. Ainsi pour une alarme, sont obtenus  
 25 autant de signaux qu'il y a de copies et forment les canaux doppler.

L'étape suivante S6 consiste à estimer le doppler d et l'écart type associé  $\sigma_{d_i}$  de l'alarme « i » à partir des signaux issus des canaux doppler. Si  $d_{\text{canal}}$  est le doppler donné par le canal dans lequel se trouve  
 30 l'alarme, le doppler d est obtenu par interpolation avec les dopplers des canaux adjacents.

L'étape suivante S7 consiste à estimer le doppler propre  $d_p$  dû à la vitesse des antennes, émission et réception, par rapport au fond. Il est

estimé à chaque instant, soit à partir d'un doppler des échos provenant du fond détectés par le code BPSK, soit à partir du spectre de la réverbération obtenu par un code FP émis avec les codes HFM et BPSK. Est également estimé l'écart type  $\sigma_d$ .

5

L'étape suivante S8 consiste à décider si cette alarme correspond à un écho de fond ou bien à un écho vrai à vitesse radiale non nulle. On dispose des valeurs du doppler  $d_i$  et du doppler propre  $d_p$  ainsi que les écarts quadratiques correspondants  $\sigma_{d_i}$  et  $\sigma_{d_p}$ .

10

Sur la figure 2 sont représentées les distributions probabilistiques du doppler mesuré  $d_m$  pour deux hypothèses :  $H_0$  pour écho de fond (immobiles) et  $H_1$  pour écho vrai de doppler supposé  $d_i$ .  $H_0$  est centrée sur  $d_p$  avec un écart quadratique  $(\sigma_{d_p}^2 + \sigma_{d_i}^2)^{1/2}$  et  $H_1$  est

15 centrée sur  $d_i$  avec un écart quadratique  $\sigma_{d_i}$ .

Pour décider,  $d_i - d_p$  est calculé et un seuil  $S$  est choisi : si  $d_i - d_p > S$ , il y a écho vrai. La valeur de  $S$  est obtenue à partir des valeur de  $P_f$  qui est la probabilité de décider à tort qu'un écho de fond est vrai.

20

Le processus de discrimination entre écho vrai à vitesse radiale non nulle et écho de fond pour chaque alarme détecté en HFM est réitéré. Puis, parmi les alarmes HFM détectées et triées, on procède à l'élimination S9 des alarmes qui correspondent aux échos de fond (ou au échos vrais à vitesse radiale nulle).

25

A l'étape S10 est obtenue une image des pistes (suites des alarmes en fonction du temps et de la direction) débarrassée des fausses alarmes et notamment les échos de fond et ce d'autant mieux qu'ils sont forts et donc gênants.

30



## REVENDEICATIONS

1. Procédé de traitement de signaux reçus correspondant à un signal émis comportant par récurrence deux impulsions, une première impulsion large bande tolérante au doppler et une deuxième impulsion large bande non tolérante au doppler, comportant :
  - 5 – une étape de détection d'objets (S3) effectuée sur la partie du signal reçu correspondant aux premières impulsions et fournissant une alarme pour chaque objet détecté, et
  - une étape de classification de des objets détectés (S8)
- 10 caractérisé en ce que la classification (S8) des objets détectés est effectuée sur la partie du signal reçu correspondant aux deuxièmes impulsions pour les alarmes satisfaisant au moins un critère prédéterminé (S3, S4).
2. Procédé de traitement de signaux selon la revendication précédente
- 15 caractérisé en ce que le critère prédéterminé appliqué (S3) aux alarmes comporte une comparaison des alarmes avec un seuil prédéterminé.
3. Procédé de traitement de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte une étape de premier filtrage adapté de la partie du signal reçu correspondant aux
- 20 premières impulsions (S2) avant la détection d'objets (S3) fournissant une énergie  $E_{HFM}(v,t)$ ,
4. Procédé de traitement de signaux selon la revendication précédente caractérisé en ce que le premier filtrage adapté (S2) comporte :
  - Une étape de corrélation de la partie du signal reçu correspondant aux
  - 25 premières impulsions,
  - Une étape de détection quadratique du signal corrélé fournissant des signaux représentant l'énergie en fonction de la voie et du temps  $E_{HFM}(v,t)$ .
5. Procédé de traitement de signaux selon l'une des revendications 3 ou
- 30 4 caractérisé en ce que la détection des objets (S3) comporte :
  - Une étape de recherche des maxima locaux d'énergie  $E_{HFM}(v,t)$  par comparaison avec un seuil d'énergie prédéterminé  $E_s$ ,

- Une étape de normalisation des maxima obtenus par calcul pour chaque maxima locaux de la valeur  $(E_{HFM} - M)/\sigma$ ,  $M$  étant la moyenne du bruit de référence et  $\sigma$  l'écart type correspondant,
- Une étape d'élimination des maxima d'énergie normée inférieure,
- 5 - Une étape de détection des objets comportant la comparaison de alarmes correspondant à des maxima normés non éliminée supérieur à un seuil d'énergie normée prédéterminé  $E_{SN}$ .
- 6. Procédé de traitement de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte une étape
- 10 (S6) d'estimation doppler  $d_i$  des alarmes  $i$  correspondant aux deuxièmes impulsions pour les alarmes satisfaisant au moins un critère prédéterminé (S3, S4), et/ou des écarts type associés  $\sigma_{d_i}$ .
- 7. Procédé de traitement de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte une étape
- 15 d'estimation doppler propre (S7).
- 8. Procédé de traitement de signaux selon la revendication précédente caractérisé en ce que le doppler propre est estimé (S6) à chaque instant :
  - Soit à partir d'un doppler de la partie du signal reçu correspondant aux deuxièmes impulsions réverbérée,
  - 20 - Soit à partir du spectre de la réverbération de la partie du signal reçu correspondant aux impulsions FP lorsque des impulsions FP ont été émises.
- 9. Procédé de traitement de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte :
  - 25 - Une étape de formation (S1) d'une première voie comportant la partie du signal reçu correspondant aux premières impulsions, et d'une deuxième voie comportant partie du signal reçu correspondant aux deuxièmes impulsions,
  - L'étape de premier filtrage adapté de la première voie (S2) avant la
  - 30 détection d'objets (S3),
  - L'étape de détection des objets (S3) fournissant une alarme pour chaque objet détecté,
  - L'étape de sélection des alarmes satisfaisant au moins le critère prédéterminé (S3, S4) dans la deuxième voie,

- Une étape de deuxième filtrage adapté de la deuxième voie (S5) autour des alarmes sélectionnées,
  - L'étape d'estimation doppler des alarmes (S6) sélectionnées dans la deuxième voie,
  - 5 - L'étape d'estimation doppler propre (S7),
  - La classification (S8) des objets par discrimination entre les échos de fond et les échos vrai à partir des valeurs des doppler des alarmes sélectionnées dans la deuxième voie et du doppler propre,
  - Une étape d'élimination (S9) sur la première voie des alarmes
- 
- 10 détectées correspondant à des échos de fond.
10. Procédé de traitement des signaux caractérisé en ce que
- La première impulsion est de type HFM, et/ou
  - La deuxième impulsion est de type BPSK.
11. Sonar actif comportant :
- 15 - des moyens d'émission d'un signal comportant par récurrence deux impulsion, une première impulsion large bande tolérante au doppler et une deuxième impulsion large bande non tolérante au doppler, et
- des moyens de réception du signal émis mettant en œuvre le procédé de traitement de signaux de l'une quelconque des revendications 1 à
- 20 9.
12. Sonar actif selon la revendication précédente caractérisé en ce que les moyens d'émission émettent la première et la deuxième impulsion à des instants différents avec des bandes de fréquence se recouvrant en totalité ou en partie.
- 25 13. Sonar actif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que les moyens d'émission émettent la première et la deuxième impulsion simultanément avec des bandes de fréquence distincte.

1/2

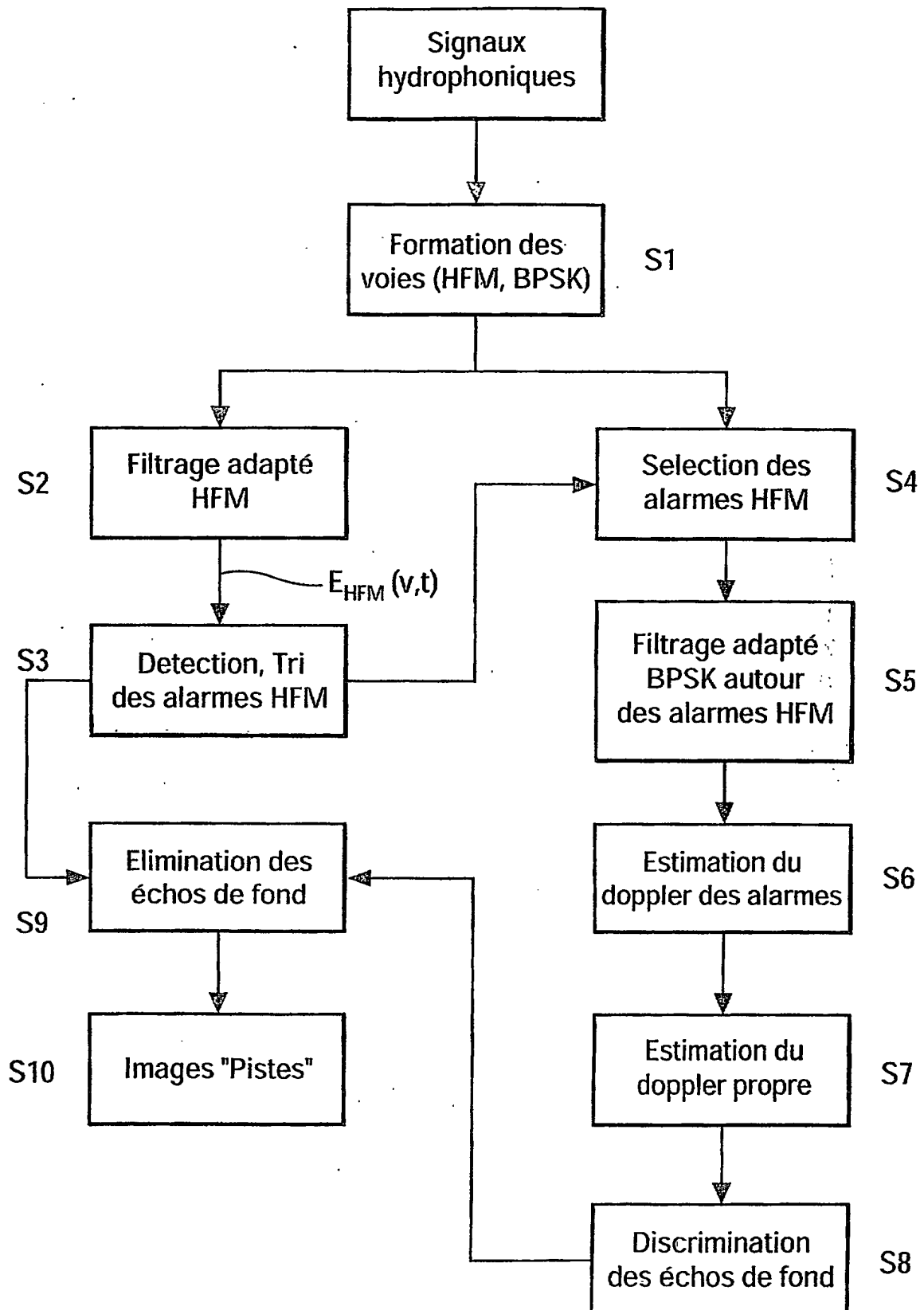


Fig. 1

Niveau

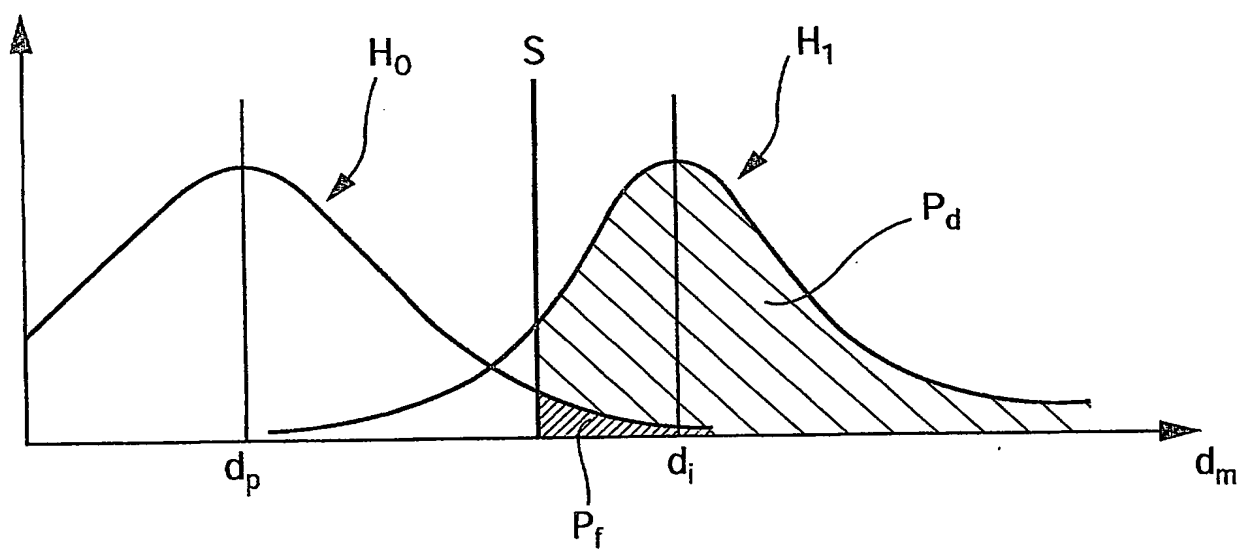


Fig. 2

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08


Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° .../...

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		63020	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0306042	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCEDE DE TRAITEMENT DE SIGNAUX, ET SONAR ACTIF LE METTANT EN OEUVRE			
LE(S) DEMANDEUR(S) : THALES 173, boulevard Haussmann 75008 PARIS			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		ALINAT	
Prénoms		Pierre	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL cedex
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		BIENVENU	
Prénoms		Georges	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL cedex
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		 - 1 AVR. 2003	
Laurent LUCAS			



---

---

**PCT/EP2004/050354**



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**